Aus dem Institut für Anaesthesiologie der
Universität Düsseldorf
Direktor Professor Dr. med. Martin Zindler

KONTINUIERLICHE MESSUNG DES MÜTTERLICHEN SAUERSTOFFVERBRAUCHS WÄHREND UND NACH DER GEBURT MIT PERIDURALANAESTHESIE

DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
Der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf

vorgelegt von

ERNST GÜNTHER SCHMITZ

1981

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Düsseldorf

Der Dekan
gez.: Prof. Dr. Arnold

Referent
gez.: Priv.-Doz. Dr. Strasser

Korreferent
gez.: Prof. Dr. Albrecht

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Ich danke Herrn Privat-Dozent Dr. K. Strasser
für die Oberlassung des Themas und seiner
freundlichen Unterstützung während dieser Arbeit.

Ebenso möchte ich den Hebammen der Universität
Düsseldorf meinen Dank aussprechen.

INHALTSVERZEICHNIS

1. ALLGEMEINER TEIL

   1.1. Einleitung
   1.2. Ziel und Arbeit

2. MATERIAL UND METHODE

   2.1. Messmethode
   2.2. Durchführung der Untersuchung
   2.3. Erfassung und Auswertung des Datenmaterials

3. ERGEBNISSE

   3.1. Gesamtdarstellung
   3.2. Einfluß der schmerzhaften Wehen auf den Sauerstoffverbrauch
   3.3. Sauerstoffaufnahme nach Periduralanaesthesie

4. DISSKUSSION

5. ZUSAMMENFASSUNG

6. LITERATURVERZEICHNIS

ALLGEMEINER TEIL

1. 1. EINLEITUNG

Während des Geburtsvorganges sind die Stoffwechselvorgänge und der Sauerstoffverbrauch aufgrund der physiologischen und psychischen Belastung der Gebärenden erhöht (4, 5, 9, 10). Neben anderen Faktoren hat die Schmerzausschaltung während der Geburt einen wesentlichen Einfluß auf den Geburtsverlauf (1) und auf den mütterlichen Sauerstoffverbrauch (5, 9), 1975 wiesen Sangoul und Mitarbeiter (9) erstmals den günstigen Einfluß der Periduralanaesthesie auf den Sauerstoffverbrauch der Mutter nach. Kontinuierliche Messungen des Sauerstoffverbrauches während verschiedener Geburtsphasen mit Periduralanaesthesie wurden bisher nicht durchgeführt.

1. 2. Ziel der Arbeit

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, die mütterliche Sauerstoffaufnahme während verschiedener Geburtsphasen kontinuierlich zu erfassen, wobei der Schmerz als Faktor für einen gesteigerten O_2- Verbrauch mittels Periduralanaesthesie ausgeschaltet wurde.

Dabei sollten folgende Fragen gezielt untersucht werden:

1) Welchen Verlauf nimmt der O_2- Verbrauch bei Geburten mit Periduralanaesthesie?
2) Wie groß sind die schmerzbedingten Anstiege des Sauerstoffverbrauches während der Wehe?
3) Kann mit der in der Untersuchung zu Anwendung kommenden Methode eine durch die Wehe verursachte O_2- Verbrauchsänderung erfasst werden, wenn der Schmerz durch die Periduralanaesthesie ausgeschaltet ist?

2. MATERIAL UND METHODE

2. 1. Messmethode

Zur Ermittlung des O_2- Verbrauchs der Gebärenden wird in der vorliegenden Untersuchung die Methode von NEUHOF et al. (6) angewandt.

Zur Überwachung liegen die Gebärenden unter einer Haube aus durchsichtiger Kunststoffolie aus der kontinuierlich ein konstanter Luftstrom abgesaugt wird. Der Sauerstoffverbrauch der Gebärenden ergibt sich aus der Differenz zwischen dem Sauerstoffgehalt der frei in die Haube einströmenden atmosphärischen Luft und dem Luftdurchfluß:

$$O_2\text{- Verbrauch (ml/min)} = \text{Luftdurchlaß (ml/min)} \times \frac{O_2\text{- Differenz (Vol \%)}}{100}$$

Die Arbeitsweise des O_2- Analysators (Oxytest S, HARTMANN & BRAUN AG) beruht auf der Messung der magnetischen Suszeptibilität eines Gasgemisches. Zwei Gasströme, Meßgas und Vergleichsgas, werden durch zwei symmetrisch angeordnete inhomogene Kraftfelder geführt. Durch die Kraftwirkung des Feldes entsteht auf die vorhandenen O_2- Moleküle ein erhöhter Partialdruck in der Inhomogenitätszone. Die sich dadurch in beiden Meßkammern einstellenden Drücke werden einem Differenzdruckmesser zugeführt und in ein elektrisches Signal umgewandelt, welches der Sauerstoffkonzentrationsdifferenz zwischen dem Meßgas und dem Vergleichsgas streng proportional ist.

Die Absaugluft aus der Haube ist über einen elektronischen Strömungsmesser einstellbar.

Bei einer normalen Einstellung von 3o l/min entspricht der gesamte Skalenumfang des Registrierteils einem O_2- Verbrauch von 0 - 600 ml/min (bei Bedarf kann die Absaugluft und die Normalstellung von 30 l/min variiert werden).

Damit die Registrierung des O_2- Verbrauchs unter STPD-Bedingungen+ erfolgt, wird die Einstellung der Absaugluft korrigiert:

1) Der elektronische Strömungsmesser kompensiert automatisch auf 0°C und nach Eingabe des aktuellen Barometerstandes auf einen Luftdruck von 760 mmHg.
2) Zur Kompensation der Luftfeuchte wird bei Einstellung der Absaugluft eine Teilkorrektur auf eine relative Luftfeuchte von 75% vorgenommen. Ohne Berücksichtigung der Luftfeuchte können infolge der veränderlichen Umweltbedingungen das Volumen der Absaugluft zu niedrig eingestellt und damit der Sauerstoffverbrauch der Gebärenden theoretisch um maximal 3,4% zu groß gemessen werden. Tatsächlich schwankt die relative Luftfeuchtigkeit in der Absaugluft zwischen 50% und 100%. Durch die Korrektur der Absaugvolumina auf eine relative Feuchte von 75% ergibt sich somit nur ein maximal möglicher Fehler von $\pm$ 1%. Um diesen Betrag kann der gemessene O_2- Verbrauch von STPD-Bedingungen abweichen.

+ STPD = standard temperature and pressure, dry (0°C, 760 mmHg, trocken)

2. 2. Durchführung der Untersuchung

Bei 17 Gebärenden (Tab. 1), die sich in der 39. - 42. Schwangerschaftswoche befanden, wurde während der Geburt im vergleichbaren Phasen O_2- Verbrauchsmessungen durchgeführt.

Der O_2- Verbrauch wurde kontinuierlich über einen Zeitraum von mindestens 2o Minuten ermittelt.

Vor Beginn der Messung wurde eine Null-Messung durchgeführt und die Messwerte auf STPD-Bedingungen korrigiert. Bei jeder Geburt kamen routinemäßig weitere Überwachungsmethoden wie Kardiotokographie, pH-Messung des Kopfschwarten und Nabelschnurblutes des Feten zum Einsatz.

Synchron zu den kontinuierlichen O_2- Verbrauchsmessungen wurden auf eine, FM - Recorder (Siemens AG) die mittels Kardiotokographen aufgezeichneten Wehen, die Herzfrequenz des Feten und in einigen Fällen die materne Herzfrequenz gespeichert.

Ein Polycomp 2-Punktschreiber (HARTMANN & BRAUN AG) gab während der Untersuchung Hinweis über den korrekten Verlauf der O_2- Verbrauchsmessung.

Der Blutdruck der Gebärenden wurde mittels Riva-Rocci in Abständen von 10 - 15 Minuten kontrolliert.

Die Gebärenden fanden sich während der Messperiode in der Regel in Seitenlagerung, mit Ausnahme bestimmter Situationen, z.B. vaginale Untersuchung oder Geburt.

Die erste Untersuchung erfolgte in der frühen Austreibungsperiode (Muttermund 3 - 5 cm), 30 - 60 Minuten nach Gabe von 50 mg Pethidin (Dolantin^R) und 10 mg Triflupromauin (Psyquil^R) bei regelmäßiger Wehentätigkeit (2 - 3 / 10 Minuten).

Nach Anlegen der Periduralanaesthesie mit Katheter nach der von Bromage (2) angegebenen Methode erfolgten weitere Messungen in der späten Eröffnungsperiode (Muttermund 8 cm bis vollständig), in der Austreibungsphase und in einigen Fällen während der Geburt. Die Untersuchung wurde mit einer Kontrollmessung nach der Geburt abgeschlossen.

3. Erfassung und Auswertung des Datenmaterial

Die während der Untersuchung mittels Oxytest S kontinuierlich gemessene O_2- Verbrauchswerte, sowie Wehen und Herzfrequenz wurden zur Auswertung auf einem Mehrfachpunktschreiber vom Typ Rikadenki aufgezeichnet. Papiervorschub 1 cm/min. Mit dem Haff'schen Planimeter wurden die so erhaltenen O_2-Verbrauchskurven viermal planimetrisch ausgewertet und die resultierenden Mittelwerte als Vergleichswert gebildet.

Die ermittelten O_2- Verbrauchswerte wurden auf m^2 Körperoberfläche von Erwachsenen nach der Formel von DUBOIS und DUBOIS (3) umgerechnet. (Alter, Größe, Gewicht und Körperoberfläche sind in Tab. 1 wiedergegeben).

Es wurden nur Geburtsphasen berücksichtigt, in denen die Gebärenden normale Blutdruckwerte aufwiesen, d.h. systolisch 100 mm Hg - 130 mmHg und diastolisch 60 mmHg - 80 mmHg.

Folgende Daten wurden für die Ergebnisdarstellung und statistische Berechnung ermittelt:

Bei 17 Gebärenden wurde der O_2- Verbrauch in der frühen Eröffnungsperiode ohne Periduralanaesthesie ausgewertet. Nach Schmerzausschaltung mit Periduralanaesthesie wurden in der späten Eröffnungsperiode 11 und in der Austreibungsphase 9 Geburtsverläufe untersucht. Bei 4 Gebärenden mit Periduralanaesthesie konnte der Sauerstoffverbrauch während des Geburtsvorganges selbst ausgewertet werden.

Bei 1 Gebärenden ohne Periduralanaesthesie wurde die O_2- Aufnahme ebenfalls in den verschiedenen Geburtsperioden ermittelt.

Postpartal wurde bei 16 Gebärenden der O_2- Verbrauch über einen Zeitraum von mindestens 20 Minuten gemessen.

Bei 8 Patienten wurden die Werte in den verschiedenen Geburtsphasen mittels Student-T-Test (7) verglichen.

Tabelle 1: Klinische Daten der untersuchten Mutter

Gebärende lfd. Nr.	Para	SSW	Größe cm	Gewicht kg	Körperoberfläche m^2
1	III.	40	168	70	1,8
2	II.	42.	155	80	1,8
3	III.	40.	155	61	1,6
4	II.	40.	164	61	1,66
5	I.	40.	160	72	1,76
6	I.	39.	163	60	1,65
7	IV.	39.	174	84,5	2,0
8	I.	40.	173	71	1,85
9	I.	40.	160	64,5	1,68
10	I.	41.	163	65	1,7
11	I.	40.	173	118	2,3
12	I.	41.	156	68,5	1,69
13	II.	40.	167	62	1,7
14	II.	40.	156	66,5	1,66
15	III.	40.	163	65	1,7
16	I.	41.	170	64	1,75
17	VI.	42.	158	70	1,82

3. ERGEBNISSE

3. 1. Gesamtdarstellung

In der frühen Eröffnungsperiode (Muttermund 3 - 5 cm) betrug der O_2- Verbrauch ohne Periduralanaesthesie bei 17 untersuchten Müttern 180 ml/min/m².

In der späten Eröffnungsperiode (Muttermund 8 cm - vollständig) betrug die Sauerstoffaufnahme 173 ml/min/m² (n=11).

In der Austreibungsphase kam es bei 9 Gebärenden mit Periduralanaesthesie zu einem Anstieg der O_2-Aufnahme auf 201 ml/min/m². Während der Geburt mit Periduralanaesthesie ergab sich bei 2 spontanen Entbindungen ein Sauerstoffverbrauch von 305 bzw. 334 ml/min/m² und bei 2 Forceps-Entbindungen 222ml/min/m² bzw 305 ml/min/m².

Die vergleichende Untersuchung bei 8 Gebärenden ergab in der frühen Eröffnungsperiode einen Sauerstoffverbrauch von 174 ml/min/m² und in der späten Eröffnungsperiode nach Periduralanaesthesie von 173 ml/min/m². In der Austreibungsperiode kam es zu einem signifikanten Anstieg auf 202 ml/min/m² und nach der Geburt zu einem signifikanten Abfall auf 162 ml/min/m² (Tab. 2).

Bei einer Patientin ohne Periduralanaesthesie wurden folgende Werte gemessen:

Frühe Eröffnungsperiode 221 ml/min/m², späte Eröffnungsperiode 254 ml/min/m², Austreibungsperiode 292 ml/min/m² - 366 ml/min/m². Während der Geburt kam es bei der Patientin zu einem starken Anstieg auf 461 ml/min/m². Nach der Geburt betrug der Sauerstoffverbrauch bei dieser Patientin 185 ml/min/m².

Tabelle 2: Planimetrisch ermittelte Mittelwerte des Sauerstoffverbrauchs

Geburtsphase	Sauerstoffverbrauch (ml/min/m²)
Frühe Eröffnungsperiode (MM 3 - 5 cm)	174 ± 13
Späte Eröffnungsperiode (MM - 8 cm)	173 ± 13
Austreibungsphase	202 ± 11
Postpartal	162 ± 8

Ergebnisse

3. 2. Einfluß der schmerzhaften Wehen auf den Sauerstoffverbrauch

Vor Schmerzausschaltung durch Periduralanaesthesie lösten die Wehen unterschiedlich starke Anstiege des Sauerstoffverbrauchs bis zu 30% aus. Ein typisches Beispiel für die wehenabhängige Steigerung der Sauerstoffaufnahme zeigt die Abbildung 1. Rasch aufeinanderfolgende Wehen und Erhöhung des Basaltonus führten fast immer zu einem deutlich erhöhten und breiten Gipfel der Sauerstoffverbrauchskurve (Abbildung 2).

3. 3. Sauerstoffaufnahme nach Periduralanaesthesie

Der nach Ausschaltung der Schmerzen durch Periduralanaesthesie ruhige und geglättete Verlauf der Sauerstoffverbrauchskurven entspricht in seinem Oszillationsmuster dem des postpartalen Verlaufs.

Durch Wehen ausgelöste Steigerungen der Sauerstoffaufnahme lassen sich nicht nachweisen. Einen typischen Verlauf der Sauerstoffverbrauchskurve während Periduralanaesthesie zeigt die Abbildung 3. Die Kurve gibt die letzte Phase der Austreibungsperiode wieder und zeigt lediglich zum Zeitpunkt der Geburt einen deutlichen Gipfel der Sauerstoffaufnahme.

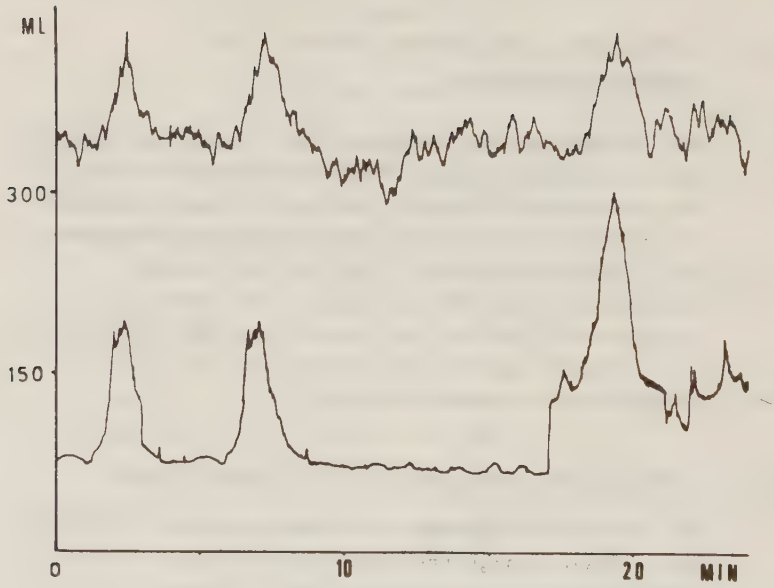

Abbildung 1:

Wehenabhängiger Anstieg des Sauerstoffverbrauches ohne Periduralanaesthesie

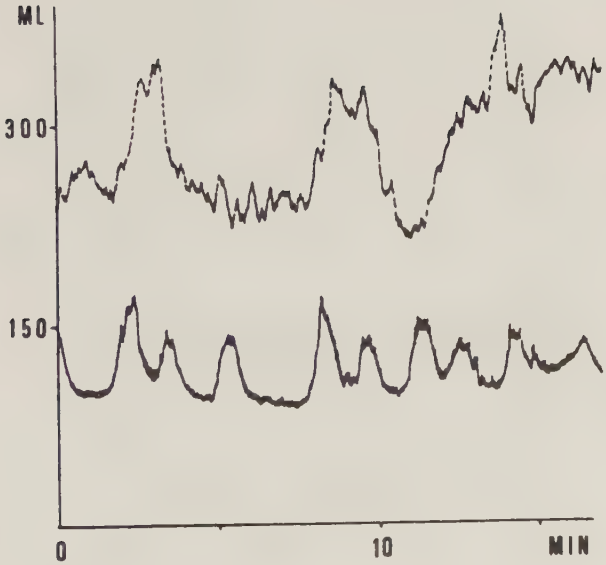

Abbildung 2:

Breiter Gipfel der Sauerstoffaufnahme bei rascher Wehenfolge

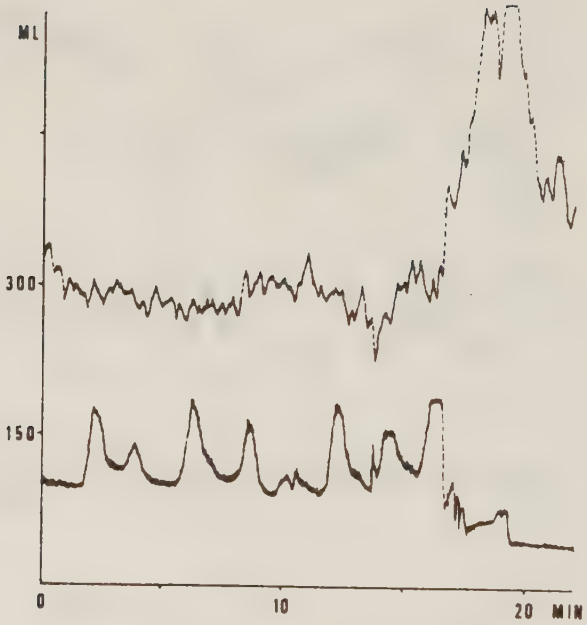

Abbildung 3:
Austreibungsphase und Geburt während Peridural-anaesthesie. Es lassen sich keine wehenbezogenen Sauerstoffverbrauchsanstiege erkennen, jedoch plötzlicher und deutlicher Anstieg bei Geburt bis zu etwa 600 ml/min/m²

4. Diskussion

Der Verlauf der Sauerstoffaufnahme in der frühen Eröffnungsperiode ohne Periduralanaesthesie ist deutlich wehenabhängig und weist schmerzbedingte Anstiege bis zu 30% (Abb. 1) auf. Nach Schmerzausschaltung durch Periduralanaesthesie ist der Kurvenverlauf geglättet, es lassen sich keine wehenbezogenen Anstiege der Sauerstoffaufnahme feststellen. Der Sauerstoffverbrauch verhält sich somit entsprechend der Atmung und dem kontinuierlich erfassten Sauerstoffpartialdruck, der ebenfalls von der Periduralanaesthesie wehenabhängig wellenförmig verläuft, nach Schmerzausschaltung der Periduralanaesthesie jedoch plateauförmig ist (11). Während andere Autoren (4, 8, 10) mit zunehmendem Geburtsverlauf einen ständigen Zuwachs der Sauerstoffaufnahme beobachteten, sahen wir bis zum Ende der Eröffnungsperiode unter dem Einfluß der Periduralanaesthesie keinen Anstieg des O_2- Verbrauches. Lediglich in der Austreibungsphase kommt es durch zunehmende Mitarbeit der Patienten zu einem leichten, jedoch signifikanten Anstieg von 17% auf 202 ml/min/m². Die Ergebnisse lassen sich nur schwer mit denen anderer Autoren vergleichen, da sich die Untersuchungen zum einen durch die Geburtseinleitung und die Schmerzausschaltung, zum anderen durch verschiedene Untersuchungsmethoden unterscheiden. Am ehesten erscheint ein Vergleich mit der Arbeit von Lehmann und Wettengel zulässig, wobei nicht die Werte als solche, sondern nur der Trend vergleichsweise betrachtet werden sollen.

Im Unterschied zur vorliegenden Untersuchung wandten die genannten Autoren keine Periduralanaesthesie an und bedienten sich zur Erfassung der Sauerstoffaufnahme der diskontinuierlichen punktuellen Messmethodik (Douglas-Sack-Methode). Während es in unserer Untersuchung bis zum Ende der Eröffnungsperiode zu keinem Anstieg des Sauerstoffverbrauchs kam, fanden Lehmann und Wettengel bis zu diesem Zeitpunkt der Geburt einen Anstieg von 128 auf 212 ml/min/m², entsprechend einem Zuwachs um 66%.

In der Austreibungsperiode stieg auch bei unseren Patienten der Wert auf 202 ml/min/m² an, entsprechend einem Zuwachs um 19% des Ausgangswertes. Dagegen erfolgte bei Lehmann und Wettengel ein Anstieg auf 267 ml/min/m², entsprechend einer Zunahme von 109%.

Der günstige Einfluß der Periduralanaesthesie auf die Sauerstoffaufnahme zeigt sich einerseits durch einen fehlenden Anstieg bis zum Ende der Eröffnungsperiode, wobei die Werte nicht wesentlich über der postpartal gemessenen Sauerstoffaufnahme von 162 ml/min/m² liegen und andererseits durch einen relativ geringen Anstieg in der Austreibungsphase. Nach dieser Untersuchung, in der erstmals die Sauerstoffaufnahme während verschiedener Geburtsphasen kontinuierlich gemessen wurde, besitzt die Periduralanaesthesie einen günstigen Einfluß auf den Sauerstoffverbrauch während der Geburt, da der Schmerz als Faktor für einen gesteigerten Sauerstoffverbrauch ausgeschaltet wird, wie auch Sangoul (9) mit Einzelmessungen zeigen konnte.

5. Zusammenfassung

Bei 17 Gebärenden wurde die Sauerstoffaufnahme in den verschiedenen Geburtsstadien (frühe Eröffnungsperiode, späte Eröffnungsperiode, Austreibungsperiode, postpartale Phase) kontinuierlich mit der von Neuhof entwickelten Methode gemessen.

Ohne Schmerzausschaltung ließen sich deutliche wehenbezogene Anstiege des Sauerstoffverbrauches bis zu 30% erkennen. Nach Ausschalten des Wehenschmerzes mittels Periduralanaesthesie ließen sich wehenbezogene Steigerungen des O_2-Verbrauches nicht nachweisen. Ebensowenig kam es bis zum Ende der Eröffnungsperiode trotz fortschreitender Geburt zu keiner Zunahme des Sauerstoffverbrauches. Die Sauerstoffaufnahme betrug in der frühen Eröffnungsperiode ohne Periduralanaesthesie 180ml/min/m², in der späten Eröffnungsperiode unter Periduralanaesthesie 173 ml/min/m². Lediglich in der Austreibungsphase kam es zu einem Anstieg des Sauerstoffverbrauches auf 201 ml/min/m². Nach der Geburt betrug die Sauerstoffaufnahme 162 ml/min/m².

Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu denen anderer Autoren, die ohne Periduralanaesthesie einen ständig zunehmenden Anstieg des Sauerstoffverbrauches entsprechend dem Fortschreiten des Geburtsverlaufes fanden und unterstreichen den günstigen Einfluß der Periduralanaesthesie auf diesen wichtigen Parameter. Wenn auch dieser Gesichtspunkt für eine normale Schwangerschaft keine entscheidende Rolle spielen wird, so muß man umsomehr bei mütterlichem oder fetalem Risiko mit eingeschränkter Sauerstoffaufnahmereserve diesen protektiven Charakter der Periduralanaesthesie berücksichtigen.

6. LITERATURVERZEICHNIS

1) BECK, L., FINSTER, M., MEINRENKEN, H., RÜTHER, K., STOCKHAUSEN, H., NOLTE, H., STRASSER, K., HARNAKE, P., DICK, W., AHNEFELD,E. W., POTTHOFF, S.: Analgesie und Anaesthesie in der Geburtshilfe Gynäkologie 9, Heft 4 (1976)

2) BROMAGE, P. R.: Continuous lumbar epidural anagesia for obstetric. Can. Med. Assoc. J. 85 1135 (1961)

3) DUBOIS et DUBOIS Arch. intern. Med. 17 1916 (863)

4) GEMEZELL, C.A., ROBBE, H., STERN, B., STRÖM, G.: Observations on circulatory changes and muscular work in normal labour. Acta. Obstet. Gynec. Scand. 36:75, 1957

5) LEHMANN, V., WETTENGEL, R.: Materner Energieumsatz unter der Geburt. Z. Geburtshilfe und Perinat. 176 (1972) 44 - 50

6) NEUHOF, H., HEY, D., GLASER, E., WOLF, H., LASCH, H.G.: Schocküberwachung durch kontinuierliche Registrierung der O_2- Aufnahme und anderer Parameter. Dtsch. med. Wochenschrift 98, 1227-1234, 1973

7) OSTLE, B.: Literature Statistic in Research. Iowa State, Universitiy Press 1963

8) SAMPSON, J.J.
ROSE, E.M., and
QUINN, R.:
Estimation of the work of obstetric labor and ist significance in heart disease. Amer. J. Obstet. Gynec. 49: 719, 1945

9) SANGOUL, F.,
FOX, G.S.,
HOULE, G.L.:
Effect of regional analgesia on maternal oxygen consumption during the fist stage of labor. Amer. J. Obstet. Gynecol. Vol. 121, 8, 1080 - 1083, 1975

10) STÄHLER, H.:
Die Geburt als Arbeitsvorgang (Untersuchung über den Energiebedarf der Wehen und der Einfluß der Geburtsarbeit und des Wehenschmerzes auf die Atmung).
Arch. Gynaek. 161: 376,1936

11) STRASSER, K.:
Die lumbale Periduralanaesthesie in der Geburshilfe, Ergebnisse anhand von 2171 Geburtsverläufen.
München Urban & Schwarzenberg, 1980

Lebenslauf

28. Juli 1948	geboren in Wuppertal als Sohn der Eheleute Ernst Schmitz und Maria Schmitz geb. Edel
1955 - 1959	Volksschule Wiesenstraße in Wuppertal
1959 - 1965	Realschule Neue Friedrichstraße in Wuppertal
1965 - 1967	Banklehre bei der Stadtsparkasse Wuppertal
1969 - 1969	Wehrdienst
1970 - 1973	berufsbegleitender Besuch des Abendgymnasiums der Stadt Düsseldorf
Dezember 1973	Abitur
Sommersemester 1974	Aufnahme des Medizinstudiums an der Universität Düsseldorf
Wintersemester 1975/76	Physikum
Sommersemester 1977	Erste Ärztliche Prüfung
Wintersemester 1978/79	Zweite Ärztliche Prüfung
April 1979 - März 1980	Praktisches Jahr
Seit Oktober 1980	nach Erhalt der Approbation Assistenzarzt für Chirurgie am St. Joseph - Krankenhaus Hilden

Düsseldorf im November 1981